

Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México*

Effect of pruning on cocoa plantations in the state of Tabasco, Mexico

Sergio Alexander López Juárez¹, Ángel Sol-Sánchez^{1§}, Víctor Córdova Ávalos¹ y Felipe Gallardo López²

¹Colegio de Postgraduados-Campus-Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, carretera Cárdenas Huimanguillo, km 3.5. H. Cárdenas Tabasco. C. P. 86500. (sergio.lopez@colpos.mx; vcordova@colpos.mx; felipegl@colpos.mx). ²Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Carr. Veracruz- Xalapa km 26.5, Rancho Tepetates C. P. 91690, Municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, Veracruz. [§]Autor para correspondencia: sol@colpos.mx.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la productividad del agroecosistema cacaotal como respuesta a la poda de copa en el predio San Francisco ubicado en el municipio de Cárdenas, Tabasco. En el sitio de estudio se contabilizó el total de árboles de cacao: se registraron 125 individuos; los cuales 65 árboles pertenecieron al tratamiento 1: cacao con 50% de sombra y 60 individuos al tratamiento 2: cacao con 80% de sombra. Las variables que se midieron fueron el diámetro a la altura del pecho (DAP_{1.3}), altura total y se hizo el conteo de las yemas terminales a cada árbol de cacao y se registró la cantidad de frutos por tratamiento. La cantidad de yemas terminales fue mayor para el tratamiento 1 con 731 yemas, mientras que en el tratamiento 2 fue de 574. Las yemas terminales se encontraron más cerca del suelo en el tratamiento A que en el tratamiento B, aunado a esto, el conteo de frutos por árbol fue mayor para el tratamiento A. Haciendo el análisis estadístico resultó que el tratamiento A es mejor para aumentar la producción. Se concluye que la poda de copa es una alternativa para aumentar la productividad del cacao, se requiere pocos gastos y buena asesoría para llevar a cabo esta técnica.

Palabras claves: cacaotal, diámetro, productividad, yemas.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the productivity of cacao agroecosystem in response to crown pruning in the field San Francisco located in the municipality of Cardenas, Tabasco. In the study site counted total cocoa trees: recording 125 individuals; where 65 trees belonged to treatment 1: cocoa with 50% shade and 60 individuals to treatment 2: cocoa with 80% shade. The variables measured were diameter at breast height (DAP_{1.3}), total height and counted each terminal bud of cacao tree and recorded the amount of fruits per treatment. The amount of terminal buds was higher for treatment 1 with 731 buds while in treatment 2 were 574. Terminal buds were closer to the ground in treatment A than in the treatment B, coupled to this, the number of fruits per tree was higher for treatment A. Performing the statistical analysis resulted that treatment A is better to increase production. It was concluded that crown pruning is an alternative to increase cocoa productivity; it only requires a few expenses and good assessment to perform this technique.

Keywords: buds, cacao plantation, diameter, productivity.

Introducción

La poda, en el cacao, consiste en eliminar yemas, ramas improductivas y partes secas de la planta para facilitar el desarrollo de nuevas yemas, lo que permitirá la entrada de luz en el cacaotal y eliminará la presencia de plagas y enfermedades. La poda prolonga la vida útil del árbol y aumenta el rendimiento. Las podas deben ser ligeras, buscando una estructura adecuada para el árbol, mejorar la aireación y facilitar la penetración de luz (Enríquez, 2004; Sánchez *et al.*, 2007).

El principal objetivo de la poda es generar nuevas yemas terminales e incrementar la floración y obtención de frutos (Bedker *et al.*, 2004). Pastorelly *et al.* (2006), mencionan que además de los factores ya citados, también influye la regulación de sombra.

Las podas se realizan de acuerdo a la edad y condiciones de la planta. Existen tres tipos de podas: de forma, de mantenimiento y de rejuvenecimiento. El primero consiste en procurar tres o cuatro ramas primarias durante los dos primeros años para que la planta adopte la mejor forma (Enríquez, 2004). La poda de mantenimiento hace referencia a eliminación de frutos y partes infectadas de la planta por plagas y enfermedades. Por último, la poda de rehabilitación (rejuvenecimiento) tiene como propósito generar nuevos árboles a través de la obtención de yemas terminales. A pesar del interés de rehabilitar cacaotales improductivos, son escasos los programas que propician un apoyo para reactivar plantaciones, aunado a eso, la enfermedad de la moniliasis ha traído grandes desabastos con los frutos de cacao y los productores han abandonado el cultivo (Córdova, 2013).

La mayoría de las plantaciones de cacao son viejas y para no deforestarlas, se establece una rehabilitación para aumentar la productividad. Este método se realiza con las herramientas necesarias (básicas para la poda). Después de haber realizado la rehabilitación en el árbol de cacao, las nuevas yemas terminales comenzaran a producir de manera constante desde el tercer año. La rehabilitación permite aumentar la producción sin incrementar área destinada al cultivo, además este método es fácil y sencillo para productores que cuentan con recursos limitados (Altieri and Nicholls, 2000).

Para seleccionar las plantas a renovar se debe estudiar su variabilidad, caracteres presentes y determinar los árboles con mayor producción. Además, se debe considerar el tipo

Introduction

Pruning in cocoa, consist on removing buds, unproductive branches and dry parts of the plant to facilitate the development of new buds, allowing the entry of light in cacao and eliminate the presence of pests and diseases. Pruning prolongs the life of the tree and increases yield. Pruning should be light, seeking an appropriate structure for the tree, improve aeration and facilitate the light penetration (Enríquez, 2004; Sánchez *et al.*, 2007).

The main objective of pruning is to generate new terminal buds and increase flowering and fruit harvest (Bedker *et al.*, 2004). Pastorelly *et al.* (2006) mentions that besides the aforementioned factors, also influences shadow regulation.

Pruning is made according to age and plant condition. There are three types of pruning: shape, maintenance and rejuvenation. The first is to obtain three or four primary branches during the first two years, so the plant adopts a best shape (Enríquez, 2004). Maintenance pruning refers to removal of infected fruit and plant parts by pests and diseases. Finally, rehab pruning (rejuvenation) aims to generate new trees through obtaining new terminal buds. Despite the interest of rehabilitating unproductive cacao plantations, few programs promote assessment to reactivate plantations, coupled with that, the frosty pod rot disease has brought great shortage of cocoa fruits and producers have abandoned the crop (Córdova, 2013).

Most cocoa plantations are old and to not take down, rehabilitation is set to increase productivity. This method is carried out with the necessary tools (basic tools for pruning). After making rehabilitation in cacao tree, the new terminal buds will begin to produce steadily from the third year. Rehabilitation allows increasing production without increasing planted area; this method is also simple and easy for producers with limited resources (Altieri and Nicholls, 2000).

To select plants to renew, it should study their variability, characters and identify trees with higher production. Also, consider the type of soil, site where plants grow and compare neighboring trees, among other characteristics (Ampofo, 1986). Plant health, advanced age and poor agricultural management can promote pests and diseases in the crop, and as result low production. The height is another important aspect, since trees over 10 m hinder harvest and becomes a complicated process (Corben *et al.*, 1987).

de suelo, sitio donde crecen las plantas y comparar los árboles vecinos, entre otras características (Ampofo, 1986). La sanidad de la planta, la edad avanzada y el mal manejo agronómico pueden incentivar a enfermedades y plagas dentro del cultivo, y repercutir en la baja producción. La altura, es otro aspecto importante, ya que árboles mayores de 10 m dificultan la cosecha y se convierte en un proceso complicado (Corben *et al.*, 1987).

Manejo de la yema terminal

Cuando ya se ha seleccionado la yema terminal, es necesario protegerla. Se recomienda procurar dos yemas terminales cercanas del suelo, esto con el fin de que se conviertan en árboles independientes. De acuerdo a esta investigación, se realizó una poda de rehabilitación en una plantación de 55 años y se evaluó la productividad del agroecosistema cacaotal como respuesta a la poda de copa.

Materiales y métodos

Zona de estudio

El estudio se realizó en una plantación de cacao localizada en el predio San Francisco del municipio de Cárdenas, Tabasco. Este municipio se encuentra en la región de la Chontalpa entre las coordenadas 17° 59' 21.63" latitud norte y 93° 22' 35.65" longitud oeste, con una altitud de 0 a 10 msnm, tiene un clima de cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con precipitación anual de 2 000 - 2 500 mm, y con temperatura de 26 ± 28 °C. Colinda al norte con los municipios de Paraíso, Comalcalco y el Golfo de México; al este con el municipio de Comalcalco, Cunduacán y el estado de Chiapas; al sur con el municipio de Huimanguillo; al oeste con el municipio de Huimanguillo y el Golfo de México (INEGI, 2012) (Figura 1).

Ubicación de la plantación e identificación de los árboles

De acuerdo al método utilizado por Bautista *et al.* (2004), se llevó a cabo la geoposición del sitio de investigación con un Garmin modelo GSmap60csx (GPS) y se les asignó un número consecutivo a los árboles de cacao además, hubo un conteo de las yemas terminales de cada árbol (Zarco *et al.*, 2010).

Handling terminal bud

When selected the terminal bud, it is necessary to protect it. It is recommended to seek two nearby terminal buds close to the ground, this in order to become independent trees. According to this research, rehabilitation pruning was conducted in a 55 years old plantation and the productivity of cacao agroecosystem in response to crown pruning was evaluated.

Materials and methods

Study area

The study was conducted at a cocoa plantation located on the field San Francisco from the municipality Cárdenas, Tabasco. This municipality is in the Chintalpa region between the coordinate 17° 59' 21.63" north latitude and 93° 22' 35.65" west longitude, with an altitude from 0-10 masl, has a humid warm climate with abundant rains in summer, with annual rainfall of 2 000-2 500 mm, and temperature of 26 ± 28 °C. Bordered on the north by the municipalities Paraíso, Comalcalco and the Gulf of Mexico; east with the municipality of Comalcalco, Cunduacán and the state of Chiapas; south with the municipality of Huimanguillo; west with the municipality of Huimanguillo and the Gulf of Mexico (INEGI, 2012) (Figure 1).



Figura 1. Ubicación del sitio de estudio San Francisco, Cárdenas, Tabasco.

Figure 1. Location of the study site San Francisco Cárdenas, Tabasco.

Eliminación de árboles de sombra

Se realizó una eliminación de sombra de los árboles asociados con el cacao, después de esta actividad, el sitio de estudio se dividió en dos partes: en la primera parte se eliminó 50% de sombra y la otra 80% de sombra. Enseguida, se procedió a la poda del cacao viejo. La poda en el cacao consistió en eliminar la copa del árbol a los dos metros para facilitar el manejo de las yemas terminales.

Medición de variables dasométricas

Se midieron las variables dasométricas: diámetro a la altura del pecho (DAP_{1.3m}) con una cinta diamétrica, altura del árbol con una regla graduada de 2 metros (Vérbeke *et al.*, 2006).

Diámetro a la altura del pecho

Se midió para todos los árboles presentes en el sitio de estudio (Figura 2). De igual manera, todos los árboles de cacao fueron podados en su copa en su totalidad para favorecer la emisión de yemas.

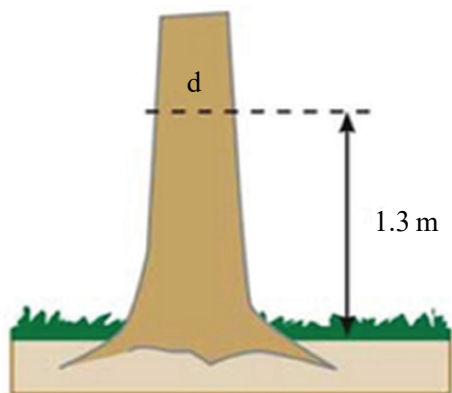


Figura 2. Medición del DAP (FAO, 2004).
Figure 2. DAP measurement. (FAO, 2004).

Altura

La altura de los árboles se midió utilizando una vara graduada 2 m. (Figura 3). La altura permitirá caracterizar con mayor detalle los árboles de la zona de estudio (FAO, 2004).

Conteo de frutos

Cuando el cacao joven empezó a producir, se realizó un conteo de los frutos de cada árbol. Se anotó fruto total por tratamiento.

Location of the plantation and identification of trees

According to the method used by Bautista *et al.* (2004), it was conducted a georeference of the research site with a Garmin GMap60csx (GPS) and assigned a consecutive number to the cocoa trees in addition, counted the terminal buds of every tree (Zarco *et al.*, 2010).

Removal of shade trees

Removal of shade trees associated with cocoa was performed, after this activity, the study site was divided into two parts: the first part removed 50% shade and on the other 80% of shade. Then, it proceeded to pruning of old cocoa; pruning in cocoa consisted on removing the crown tree at two meters to facilitate handling of terminal buds.

Measuring forest variables

Forest variables measured were: diameter at breast height (DAP_{1.3m}) with a diameter tape, tree height with a 2 meter ruler (Vérbeke *et al.*, 2006).

Diameter at breast height

It was measured for all trees in the present study site (Figure 2). Similarly, all cocoa trees pruned the crown in its totality to promote buds formation.

Height

Tree height was measured using a 2 m ruler. (Figure 3). The height allows characterizing in more detail the trees of the study area (FAO, 2004).

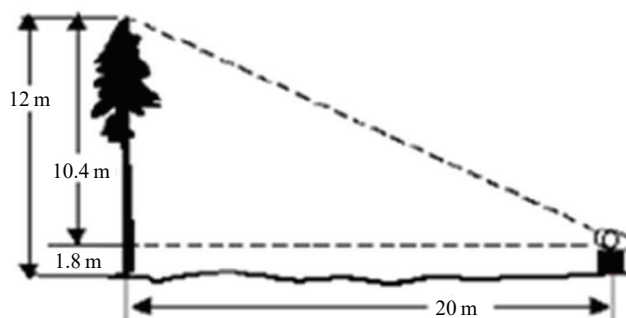


Figura 3. Medición de altura de árboles con pistola haga (FAO, 2004).

Figure 3. Measuring tree height with an haga altimeter. (FAO, 2004).

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos expresados se realizó mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). Se efectuó una prueba de comparación múltiple de medias mediante el método de Tukey. La información fue procesada con ayuda del software para análisis estadístico SAS versión 9.3 y el procedimiento glm (Steel *et al.*, 1997; SAS, 2013).

Resultados y discusión

Poda de rehabilitación

El número de yemas terminales fue mayor en el tratamiento con menor sombra, se contabilizaron 731 yemas, mientras que en el tratamiento con mayor sombra el número fue de 574. En ambos tratamientos las yemas se encontraron localizadas en todo el fuste del árbol de cacao (Figura 4). Las yemas terminales donde hubo una menor penetración de luz, se encontró que éstos surgían en las partes más altas del árbol (arriba de los 20 cm. del suelo) y en donde hubo mayor intercepción de luz, las yemas empezaron a emerger al nivel del suelo.

Las yemas terminales más cerca del suelo, serán los que sustituirán a la planta madre improductiva. La selección de la yema terminal debe ser vigorosa, que tengan buena distribución de nutrientes y que posean poca competencia con otras yemas (Cabanilla, 1978).

En el tratamiento 1, el mayor número de yemas se encontró en los árboles marcados 18 y 24 con 15 yemas terminales para cada árbol, y el menor número en los árboles 21, 33 y 41 con 0 yemas (Figura 5). En los árboles que no emitieron yemas fue a causa de las termitas (comején) que había en el sitio. El daño resultante viene de que éstas establecen sus nidos en el tronco y cubren partes importantes del área productiva del árbol.

En el tratamiento 2, el mayor número de yemas se dio en los árboles 6, 26 y 54 con 15 yemas terminales y el menor número se localizó en los árboles 7, 29 y 33 con 4 yemas (Figura 6). Esto se explica porque a menor entrada de luz en los árboles, menor será la emisión de yemas y se vio reflejada esa condición en este tratamiento.

Fruits count

When young cocoa began to produce a fruit count of each tree was performed. Total fruit per treatment was recorded.

Statistic analysis

Data processing was carried through the Statistical Analysis System (SAS). A multiple means comparison test was performed by Tukey. The information was processed using the SAS statistical analysis software version 9.3 using the GLM procedure (Steel *et al.*, 1997; SAS, 2013).

Results and discussion

Rehabilitation pruning

The number of terminal buds was higher in the treatment with less shade, 731 buds were counted, while in the treatment with more shade the number was 574. In both treatments the buds were found around all the trunk of the cocoa tree (Figure 4). The terminal buds where there was less light penetration, showed that these emerged from the higher parts of the tree (above 20 cm. from the ground) and where there was more light interception, the buds began to emerge at ground level.

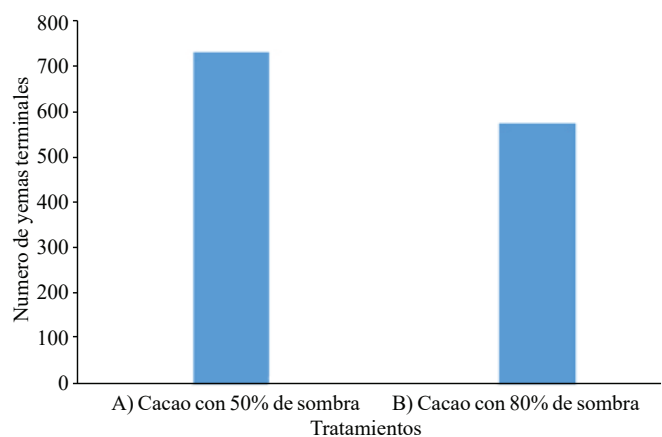


Figura 4. Número de yemas terminales por tratamiento.

Figure 4. Number of terminal buds per treatment.

Terminal buds closer to the ground, will be the ones replace unproductive mother plant. The selection of terminal bud must be vigorous, having good nutrients distribution and having little competition with other buds (Cabanillas, 1978).

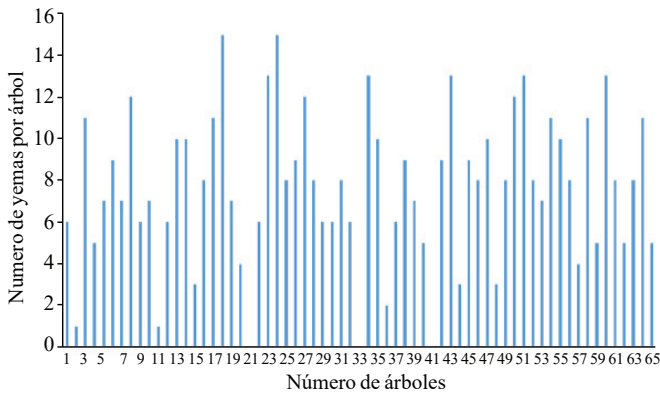


Figura 5. Tratamiento 1, número de yemas terminales por árbol.

Figure 5. Treatment 1, number of terminal buds per tree.

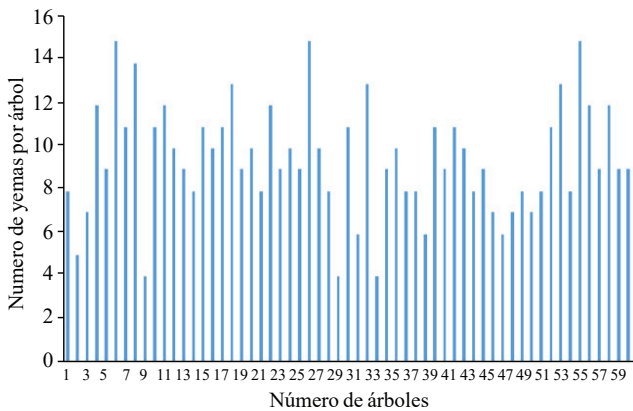


Figura 6. Tratamiento 2, número de yemas terminales por cada árbol.

Figure 6. Treatment 2, number of terminal buds per tree.

La emisión de yemas terminales puede inducirse por medio de una poda y el resultado arroja que en los primeros 20 centímetros del tronco se localizan la mayor cantidad de yemas que posteriormente serán los árboles productivos (Figura 7). Con la poda, dejando 50% de sombra, se observó que las yemas terminales pueden encontrarse desde los primeros 5 cm hasta los 20 cm, esto proporciona mayor opción para el productor ya que así se escogerá qué yema deberá dejar producir. La poda es una práctica que permite incrementar rendimientos y mejorar cacaotales viejos, pocos productivos o abandonados a través de la inducción de nuevas y vigoras yemas terminales (Enríquez, 1987).

En el segundo tratamiento (80% de sombra) las yemas terminales fueron localizadas más cerca de los 20 cm del tronco. La poda, que no fue tan severa, trajo como consecuencia la poca producción de yemas terminales en el tronco. La sombra excesiva en el árbol de cacao no permitió la salida de yemas terminales cerca del suelo (Figura 8).

In treatment 1, the highest number of buds on trees was found on the trees marked 18 and 24 with 15 terminal buds for each tree, and lowest in trees 21, 33 and 41 with 0 buds (Figure 5). In the trees were no buds emerged, it was due to termites. The resulting damage from termites is that establishes their nests in the trunk and cover important parts of the productive area of the tree.

In treatment 2, the highest numbers of buds were in trees 6, 26 and 54 with 15 terminal buds and the lowest in trees 7, 29 and 33 with 4 buds (Figure 6). This is explained as less light entering in the tree the lower bud emergence is and this was reflected in the treatment.

Terminal buds emergence can be induced by pruning and the results reveal that in the first 20 cm of the trunk locate most buds that will become productive trees (Figure 7). With pruning, leaving 50% shade, it was observed that terminal buds can be found from the first 5 cm to 20 cm, this provides greater option for the producer, as in this way he will choose the bud that will be left to produce. Pruning is a practice that can increase yields and improve old cacao plantations, less productive or abandoned through the induction of new and vigorous terminal buds (Enríquez, 1987).

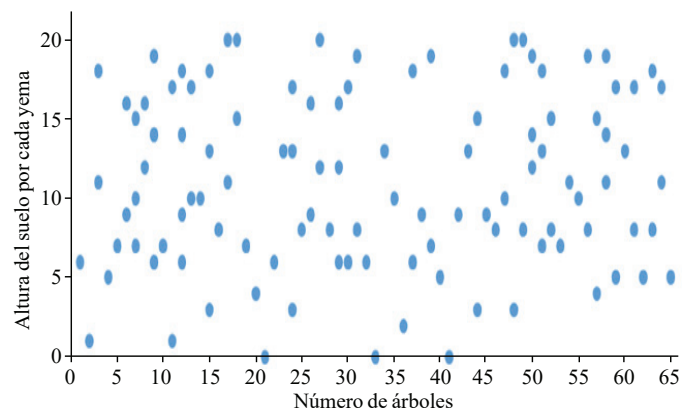


Figura 7. Número de yemas terminales situadas en los tallos de árboles de cacao en los primeros 20 cm por arriba del suelo, tratamiento 1.

Figure 7. Number of terminal buds located on the trunks of cacao trees in the first 20 cm above ground, treatment 1.

In the second treatment (80% shade) terminal buds were located closer to 20 cm from the trunk. Pruning, which was not so severe, resulted in the production of low terminal buds low on the trunk. Excessive shade in the cocoa tree did not allow the exposure of terminal buds near the ground (Figure 8).

Análisis estadístico

Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas para la variable tratamiento ($p > 0.0001$) sobre el rendimiento del cacao.

El sitio con mayor poda presentó una mejor respuesta en emisión de yemas terminales y en rendimiento, mientras que el sitio B (menos poda) produjo menos yemas terminales y menos rendimiento (Cuadro 1).

Cuando una plantación es muy alta, vieja o en condiciones de abandono, se realice podas, se elimine ramas bajas y entrecruzadas, que se regule el nivel de sombra de árboles, lo que permitirá mayor entrada de luz, mayor circulación de aire y aumentará la producción de mayores yemas terminales dando resultado el aumento en la producción de frutos por árbol (Valdés, 1988).

Estos resultados son similares a los alcanzados por Pike (1933) en Trinidad y Tobago con dos árboles de tres años de edad, que fueron tratados: a) podado enteramente, cortando sus ramas principales a la altura de la horqueta; y b) podado livianamente, cortando solo una parte de sus ramas. Los resultados fueron que el árbol podado fuertemente, se encontró yemas terminales más cerca del corte. En el árbol podado livianamente el mayor porcentaje de yemas terminales emitidos fueron de ramas de abanico. Aunado a esto, la mayor producción de frutos se reflejó en la poda fue completa.

De acuerdo a Piasentin y Klare-Repnik (2004) es posible producir cacao sin sombra, y la productividad es mayor a pleno sol, pero se presenta el inconveniente de que es necesario disponer de riego, fertilización y un control permanente de plagas y enfermedades, lo que aumenta el costo de producción. Como consecuencia de este manejo, la longevidad de la planta se reduce significativamente, debido a la continua excesiva actividad fisiológica.

Conclusión

Después de la poda de copa en el cacaotal, se registró una mayor productividad en el tratamiento 1 donde se tuvo mayor incidencia de luz solar. Entonces, para aumentar la productividad se requiere de una poda, y mediante esto se inducirá a un número mayor de emisión de yemas terminales dando nuevos árboles madres y frutos sanos.

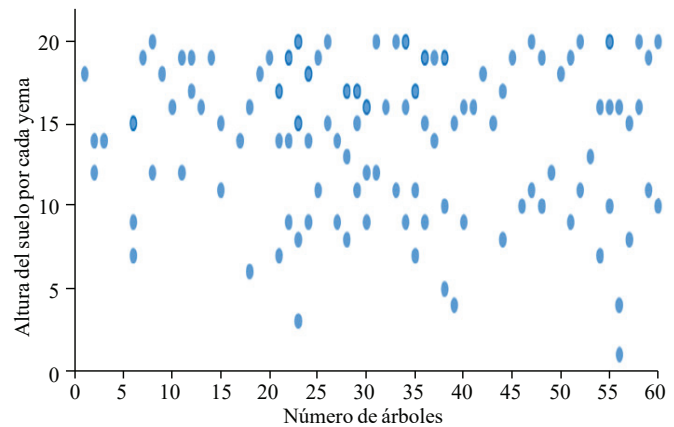


Figura 8. Número de yemas terminales situadas en los tallos en los árboles de cacao entre los primeros 20 cm arriba del suelo en el tratamiento 2.

Figure 8. Number of terminal buds on trunks of cocoa trees in the first 20 cm above ground, treatment 2.

Statistic analysis

The results showed statistically significant differences for the treatment variable ($p < 0.0001$) on cocoa yield.

The site with higher pruning showed a better response in terminal buds emergence and yield, while in site B (less pruning) produced less terminal buds and low yield (Table 1).

Cuadro 1. Comparación de medias.

Table 1. Means comparison.

Tratamientos	Rendimiento (frutos/árbol)
Cacao con 50% de sombra	5.66a
Cacao con 80% de sombra	2.66b

^{ab} Medias con diferente letra presentan diferencias estadísticas (Tukey 0.05).

When a plantation is very high, old or in abandoned conditions, pruning is done, removal and intertwined of lower branches, that the level of tree shade is regulated, which will allow more light, greater airflow and will increase the production of higher terminal buds giving as result increased production of fruits per tree (Valdés, 1988).

These results are similar to those achieved by Pike (1933) in Trinidad and Tobago with two trees three years old, which were treated: a) entirely pruned, cutting its main branches at fork height; b) lightly pruned, cutting only a part of its branches. The results were that the heavily pruned tree, terminal buds were closer to the cut. In the lightly pruned tree the greater percentage of terminal buds emerged in fan branches. Added to this, the largest fruit production was with complete pruning.

La poda genera mayor beneficio ya que las plantas interceptan mayor luz, y favorece la emisión de yemas más cerca del suelo y genera una mayor producción de contrastante a plantaciones de cacao con menos luz.

Por lo tanto, la poda en el agroecosistema cacaotal constituye un factor favorable para solucionar el problema de la baja productividad en planeaciones de cacao viejo.

Literatura citada

- Almeida, A. A. and Valle, R. 2007. Ecophysiology of the cocoa tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 19(4): 425-448.
- Altieri, M. A. and Nicholls, C. I. 2000. Agroecología: Teoría y Práctica para una Agricultura Sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. (4):1-275
- Amores, F. 2013. La moniliasis del cacao. INIAP. Revista Informativa 8. 5-16 pp.
- Ampofo, S. T. 1986. Spacing/cultivar/pruning experiment, D1 Afosu, Report for the period 1982-/83 - 1984/85. Cocoa Research Institute, Tafo (Ghana). Tafo (Ghana). 26-29 pp.
- Arias, S. J.; Olórtégui, M. J. y Salas, G. V. B. 2007. Lecciones aprendidas sobre políticas de reconversión y modernización de la agricultura en América Latina. IICA. Lima, Perú. 93 p.
- Bautista, S., Gimeno, T., Mayor, A. G. y Gallego, D. 2004. El tratamiento de la madera quemada tras los incendios forestales. En Vallejo, V. R., Alloza, J. A. (eds.) Avances en el estudio de la gestión del monte Mediterráneo. 547-570 p- Fundación CEAM, Valencia, España.
- Bedker, J. P.; O'Brien, G. J. y Mielke, E. M. 2004. Cómo podar árboles. United States Department of Agriculture. Preparado por Foreste Service. Northeastern Area State & Private Forestry. NA-FR-02-04. Estado Unidos de América. 5 p.
- Cabanilla, H. 1978. Cacao: Rehabilitación, renovación, diversificación o siembra nueva. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. 158-163 pp.
- Clay, J. 2004. World agriculture and the environment. Island Press, 1718 Connecticut Avenue, NW, Suite 300, Washington, DC. 570 pp. ISBN 1-55963-367-0.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2001. Programa estratégico forestal para México 2025. México: Comisión Nacional Forestal. 191 p.
- Corben, J. and Kather, M. Comp. 1987. Cocoa guidebook and training course. Cocoa Research Institute, Talo, Ghana. Tafo. 37-38 pp.
- Córdova, A. V. 2005. Organización campesina en la reconversión del cacao tradicional a orgánico en Tabasco, México. En: Aragón G. A., López, O. J. F. y Tapia, R. A. M. (eds) Manejo Agroecológico de Sistemas. Dirección de Fomento Editorial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla. 180 p.
- Corven, J. 1991. Asociación de cultivos con cacao: aspectos económicos. In seminario Regional "Sombras y cultivos asociados con cacao". Turrialba, Costa Rica. Memoria, Turrialba, Costa Rica. Eds. W. Phillipa Mora. Serie Técnica. Informe Técnico/ CATIE no. 226. 221 p.

According to Piasentin and Klare-Repnik (2004) is possible to produce cocoa without shade, and productivity is higher in full sun, but there is a disadvantage that it is necessary to have irrigation, fertilization and permanent control of pests and diseases, which increases the production cost. As consequence of this management, plant longevity is significantly reduced due to the excessive continuous physiological activity.

Conclusion

After pruning the crown of cocoa tree, an increased productivity in treatment 1 was recorded, where there was higher incidence sunlight. Then, to increase productivity it is necessary pruning, and by this will induce a larger number of terminal buds resulting in new mother trees and healthy fruit.

Pruning generates more profit since plants intercept more light, and favors the emergence of buds closer to the ground and has increased production contrary to cocoa plantations with less light.

Therefore, pruning cacao agroecosystem is feasible to solve the problem of low productivity in old cocoa plantations.

End of the English version



- Cuatrecasas, J. 1964. Cacao and its allies: A taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contr. U.S. Natl. Herb.* 35(6):379-614.
- Donald, P. F. 2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conserv Biol.* 18:17-37
- Dubois, A. 2007. Producción agrícola y conservación de la biodiversidad: ¿dos actividades compatibles? El caso de los sistemas agroforestales con cacao en Talamanca - Costa Rica. Tesis MSc. Universidad de Lyon, Francia. 71 p.
- Enete, A. A. and Amusa T. A. 2010. Contribution of Men and Women to Farming Decisions in Cocoa Based Agroforestry Households of Ekiti State, Nigeria. *Tropicicultura*, vol. 28, 77-83 pp.
- Enríquez, G. A. 1987. Poda del cacao. Manual del cacao para agricultores. UNED, San José, Costa Rica. 43-48 pp.
- Enríquez, G. A. 2004. Cacao orgánico: Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Manual No 54. Quito, Ecuador. 360 p.
- FAO. 2004. Inventario forestal nacional. Manual de campo modelo. Programa de evaluación de los recursos forestales (ERF). Guatemala. 89 p.
- FAOSTAT. 2014. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado: <http://faostat.fao.org/site/342/default.aspx> 11/06/2014.

- Foro Nacional Cacaotero. 2003. Programa estratégico de investigación y transferencia de tecnología para la cadena agroindustrial cacao en México. Foro Nacional Cacaotero realizado en Villahermosa Tabasco, mayo 2003. 104 p.
- Franzen, M. and Borgerhoff, M. M. 2007. Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide, In: Biodiversity Conservation. 16:3835-3849.
- Fundación Maquita Cushunchic. 2010. Podas en el cacao. Barrio Turumbaba, Quito, Ecuador. 2 p.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Número 6. Instituto de Geografía, UNAM, México. 94p.
- Gómez, M.A. y Azócar, A. Áreas potenciales para el desarrollo del cultivo en el cacao Estado Mérida, Venezuela *Agronomía Tropical*. 52(2).
- Gurr, G. M.; Wratten, S. D. and Luna, J. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied Ecology*. 4:107-116.
- INEGI. 2012. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Cárdenas, Tabasco. Clave geoestadística 27002. Consultado: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/27/27002.pdf> 05/06/2014.
- Lobão, D. E.; Setenta, W. C.; Lobão, E. S. P.; Curvelo, K. and Valle, R. R. 2007. Cacao cabruca: sistema agrossilvicultural tropical. In: Valle, R. R. (ed), *Ciência, Tecnologia e Manejo do Cacaueiro*, pp.290-323, Gráfica e Editora Vital Ltda, Ilhéus.
- Mejía, L. 2006. Tecnología para el mejoramiento del sistema de producción de cacao. Aspectos ecofisiológicos relacionados con el cultivo del cacao. Corpoica disponible en <http://www.ceaecuador.org/images>.
- Motamayor, J. C.; Risterucci, A. M.; Lopez, P. A. and Lanaud, C. 2002. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*. 89:380-386
- OIEDRUS-Tabasco. 2012. Producción del cacao en el estado de Tabasco. Consultado: <http://www.campotabasco.gob.mx/29/10/2012>.
- Palencia, C. G. y Mejía, F. L. 2000. La Poda del árbol de Cacao. En *Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de cacao*. Bucaramanga. Corpoica. 92-94 pp.
- Pastorelly, D.; Vera, M.; Pilamunga, M.; Izquierdo, L.; Mejía, Y.; Posligua W.; Zambrano, D. y Rodríguez, R. 2006. Manual del cultivo del cacao. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). Guayaquil. Ecuador. 80 p.
- Piasentin, F. y Klare-Repnik, L. 2004. Biodiversity conservation and cocoa agroforest. *Bioversity International*. 5: 7-8.
- Pike, E. E. 1933. The physiology of cacao. I. General observations of growth, flowering and fruiting. *The Imperial Collega of Tropical Agriculture, Trinidad. Annual report on cacao research* 1932, 2:37-40.
- Quiroz, J. y Amores, F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en Ecuador. *Manejo integrado de plagas* No 63, Costa Rica, 63-80 pp.
- Quiroz, V. J. y Mestanza, V. S. 2010. Programa Nacional de Cacao. La poda de cacao. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Boletín técnico No. 378. Ecuador. 2 p.
- Ramírez, D. F. 1997. Sistema agroindustrial del cacao en México y su comportamiento en el mercado. Universidad Autónoma Chapingo. México. 161 p.
- Rivas, T. D. 2006. Evaluación de los recursos forestales. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México. 26 p.
- SAGARPA 2013. Retos y oportunidades del sistema agroalimentario de México en los próximos 20 años. D. F. México 283 p.
- Sala, O. E.; Chapin, I. F. S.; Armesto, J. J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R.; Huber Sanwald, E.; Huenneke, L. F.; Jackson, R. B.; Kinzig, A.; Leemans, R.; Lodge, D. H.; Mooney, H. A.; Oesterheld, M.; Leroy-Poff, N., Sykes, M. T.; Walker, B. H.; Walker, M. and Wall, D. H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459), 1770-1774.
- Sánchez, E. L.; Parra, D. y Rondón, O. 2007. Poda del árbol de cacao. *Ciencia y producción vegetal*. Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado de Táchira. La Asunción, Venezuela. 67 p.
- SAS/STAT® (Programa de Computadora). Versión 9.3. SAS Institute Inc; 2013.
- Schultz, T. W. 1964. Transformando la Agricultura Tradicional. *New Haven: The American Economic Review*. 51:1-17.
- SIAP. 2014. Datos de superficie plantada de cacao. <http://www.siap.gob.mx/>. Consultado: 07/03/2014.
- Sodhi, N. S.; Liow, L. H. and Bazzaz, F.A. 2004. Avian extinctions from tropical and subtropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35:323-345.
- Sperber, C. F., Kazuiyuki, N.; Valverde, M. J.; and de Siqueira, F. N. 2004. Tree species richness and density affect parasitoid diversity in cacao agroforestry. *Basic and Applied Ecology*. 5:241-251.
- Steel, G. D. R.; Torrie, H. J. y Dickey, D. A. 1997. *Principles and procedures of statistics a biometrical approach*. 3ra Ed. Michigan, USA: McGraw Hill Companies, Inc.
- Tilman, D.; Peter, B. R.; Knops, J.; Wedin, D.; Mielke, T. and Lehman, C. 2001. Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. *Science* 294-843.
- Tscharntke, T.; Clough, Y.; Bhagwat, S. A.; Buchori, D.; Faust, H.; Hertel, D.; Hölscher, D.; Juhrendt, J.; Kessler, M.; Perfecto, I.; Scherber, C.; Schroth, G.; Veldkamp, E. and Wanger, T. C. 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes—a review. *J. Appl. Ecol.*, 48:619-629.
- Valdés, H. 1998. *El Cultivo del Cacao*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Departamento de Producción Vegetal. 162 p.
- Vera, J. y Moreira, M. 1993. Poda *In*: Suárez C. (Ed.). *Manual del cacao*. Segunda edición Quito-Ecuador, INIAP. P.6569. Manual N° 25.
- Vérbeke, L. P. C.; Van Coillie, F. M. B. and De Wulf, R. R. 2006. Object based forest stand density estimation from very high resolution optical imagery using wavelet-based texture measures. In: *First International Conference on Object based Image Analysis (OBIA 2006)*. Salzburg University, Austria.
- Zarco, E. V. M.; Valdez, H. J. L.; Ángeles, P. L. y Castillo, A. O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 26 (1): 1-17.